

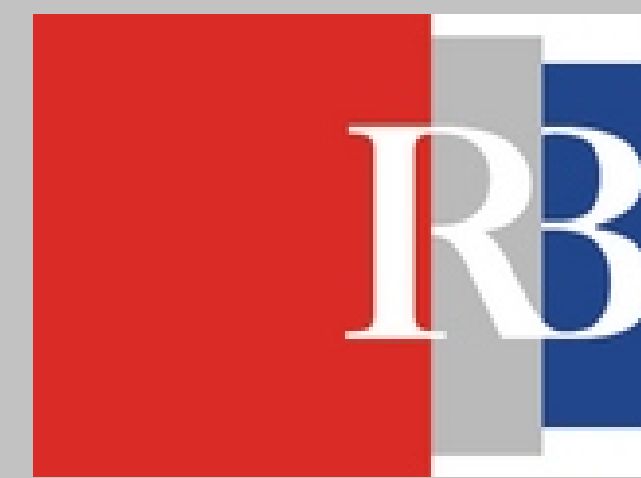
## NANOZNANOST

## FLUORESCENCIJOM OTKRIVAMO NANOSVIJET

Jasna Dasović<sup>1</sup>, Vesna Blažek<sup>2</sup>, Marija Alešković<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Zavod za fiziku materijala / Laboratorij za poluvodiče

<sup>2</sup> Zavod za organsku kemiju i biokemiju / Laboratorij za sintetsku organsku kemiju



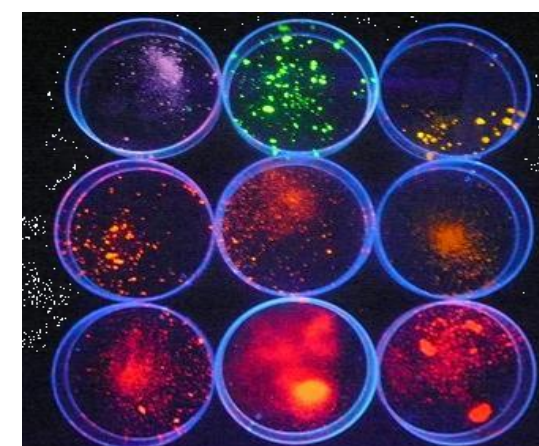
### Što je i kako nastaje fluorescencija?

Metarska skala  
– živi organizmi



Na ovom posteru prezentirane su neke od mogućnosti koje nam nude luminescencijske tehnike pri istraživanju kvantnih točaka u matrici i anionskih senzora.

**Luminescencija** je svjetlo koje nastaje kada se tijelo pobudi. Pobude mogu biti različite poput kemijske reakcije, električne energije, subatomske gibanja ili stresa u kristalu. Možemo je vidjeti na objektima makroskopskih dimenzija i na onim nanometarskih dimenzija.



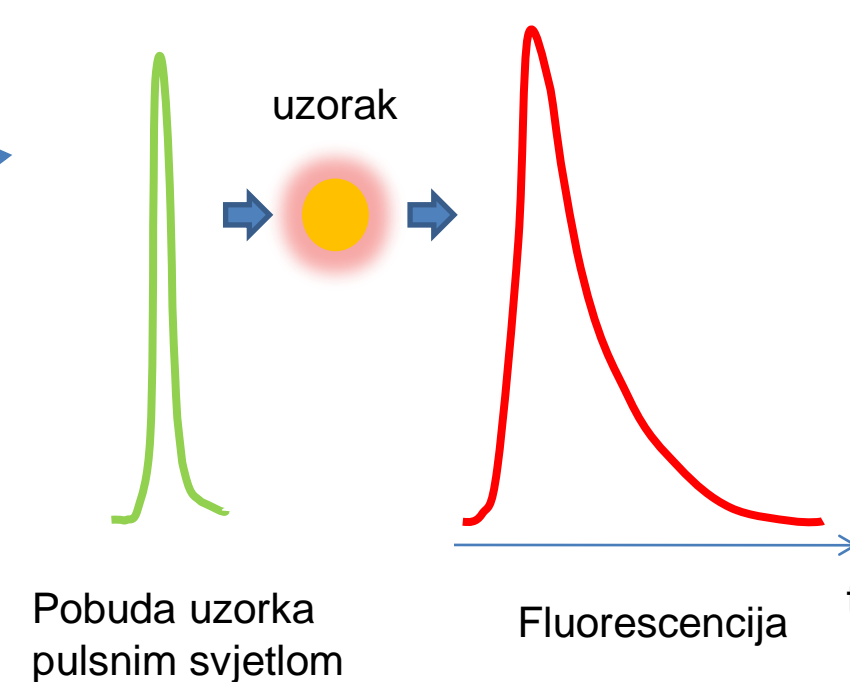
Nanometarska skala  
- kvantne točke

### Vrste fluorescentnih mjerenja

Postoje dvije vrste mjerenja fluorescentnih mjerenja:

❖ **stacionarna** mjerenja – uzorak osvijetljen kontinuiranom zrakom svjetla te se istovremeno snima intenzitet ili emisijski spektar

❖ **vremenski razlučiva fluorescencija** – uzorak je izložen pulsnom svjetlu pri čemu je pulсна širina kraća nego vrijeme života uzorka



### Vremenski razlučiva fluorescencija

Vremenski razlučiva mjerenja se upotrebljavaju za mjerenja opadanja intenziteta fluorescencije. Taj intenzitet opadanja fluorescencije je sniman detekcijom visoke brzine koja dozvoljava da fluorescencija bude mjerena na nanosekundnoj skali. Organske molekule i nanočestice imaju raspon vremena života pobuđenog stanja od nekoliko nanosekundi do nekoliko mikrosekundi.

Prednost vremenske razlučive fluorescencije nad stacionarnom je to što dobivamo više informacija o okruženju fluorofora (dio molekule koji fluorescira) nego mjerenja dobivena stacionarnom fluorescencijom.

### Zašto je bitno vrijeme života?

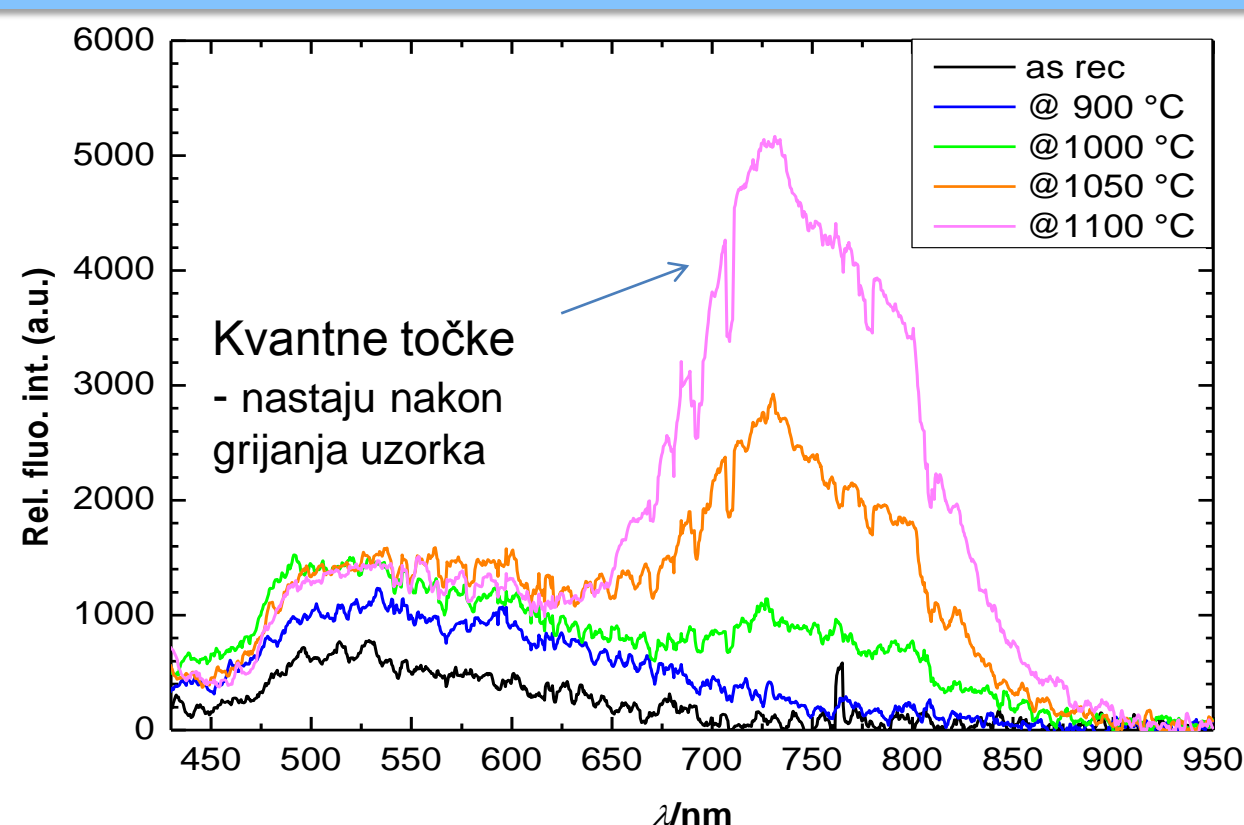
Vrijeme života pobuđenih stanja je jedna od najznačajnijih karakteristika svakog fluorofora. Njime se određuje vremenski okvir u kojem se može opaziti neki dinamički fenomen poput **difuzije, prijenosa energije i dinamičkog gašenja**.

### Kvantne točke - istraživanje

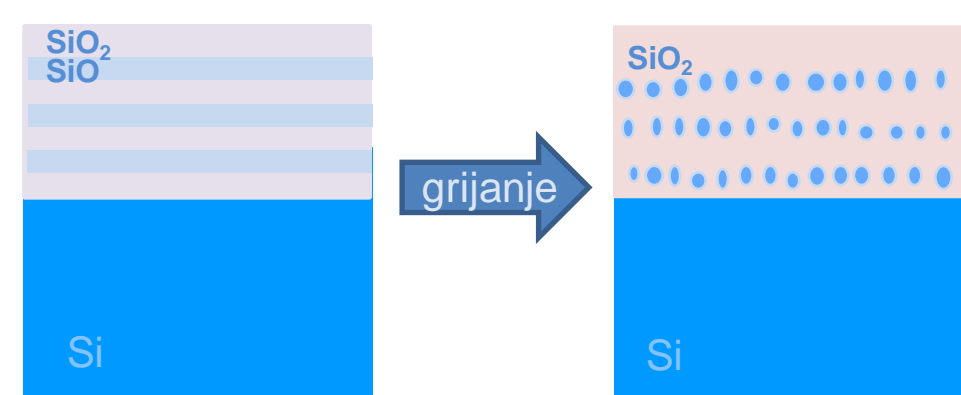
**Kvantna točka** je čestica (nakupina do  $\approx 50$  atoma) koja ima dimenzije 1-10 nm i posjeduje poluvodička svojstva. Elektonička i optička svojstva materijala su pod utjecajem veličine i oblika kvantne točke. Postoji veliki interes za primjenu kvantnih točaka u silicijevim fotonaponskim ćelijama radi mogućnosti znatnog povećanja efikasnosti (do  $\approx 40\%$ ) i jeftinog proizvodnog postupka.

#### Ideja:

Kontrolom veličine i uređenja Si kvantnih točaka stvoriti 3. generaciju solarnih ćelija

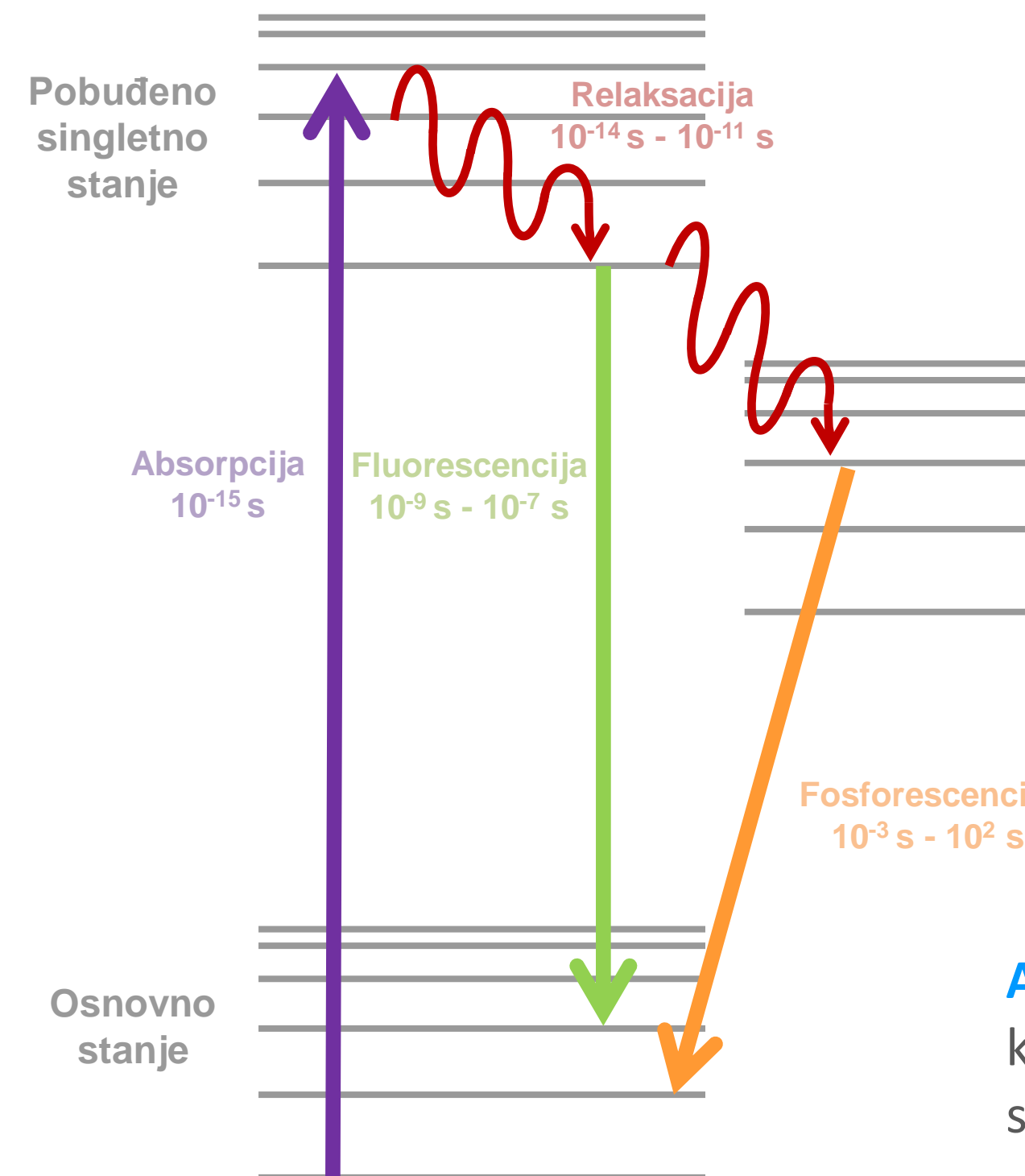


Slika 5. Fluorescencijski spektar filma koji se sastoji od 20 slojeva SiO<sub>2</sub>/SiO<sub>x</sub> pobuđenih s  $\lambda_{ex} = 405$  nm.



#### Što daje tehnika:

Statičkom fluorescencijom određuje se postojanje nekih novih struktura u materijalu. Vremenski razlučivom fluorescencijom prati se dinamika procesa koja se odvija u pojedinim dijelovima spektra kvantnih točaka. Brzi procesi se odvijaju na granicama kvantne točke i matrice, a sporiji procesi u samoj kvantnoj točki.



**Fotoluminescencija** je oblik luminescencije koja za pobudu ima svjetlost (fotoni) u UV ili vidljivom spektru. Foton koji se oslobađa (emitira) je manje valne duljine od fotona kojim je pobuđen sustav (apsorpcija).

Prema vremenu emisije fotona razlikujemo dva oblika fotoluminescencije:

- ❖ **fluorescencija**
- ❖ **fosforescencija** (odgođena fluorescencija)

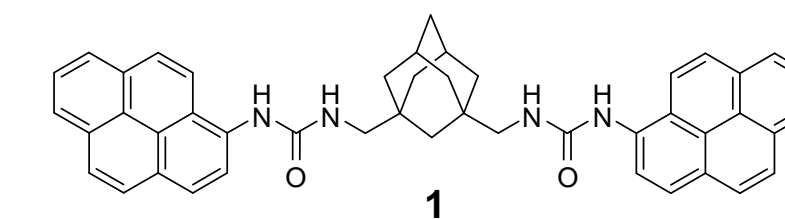
### Anioni - istraživanje

**Anioni** imaju važnu ulogu u kemijskim, biološkim i tehnološkim procesima i stoga je od ključnog značaja sinteza novih receptora koji mogu kompleksirati anione sa što većom selektivnošću i sa što većim konstantama asocijacije.

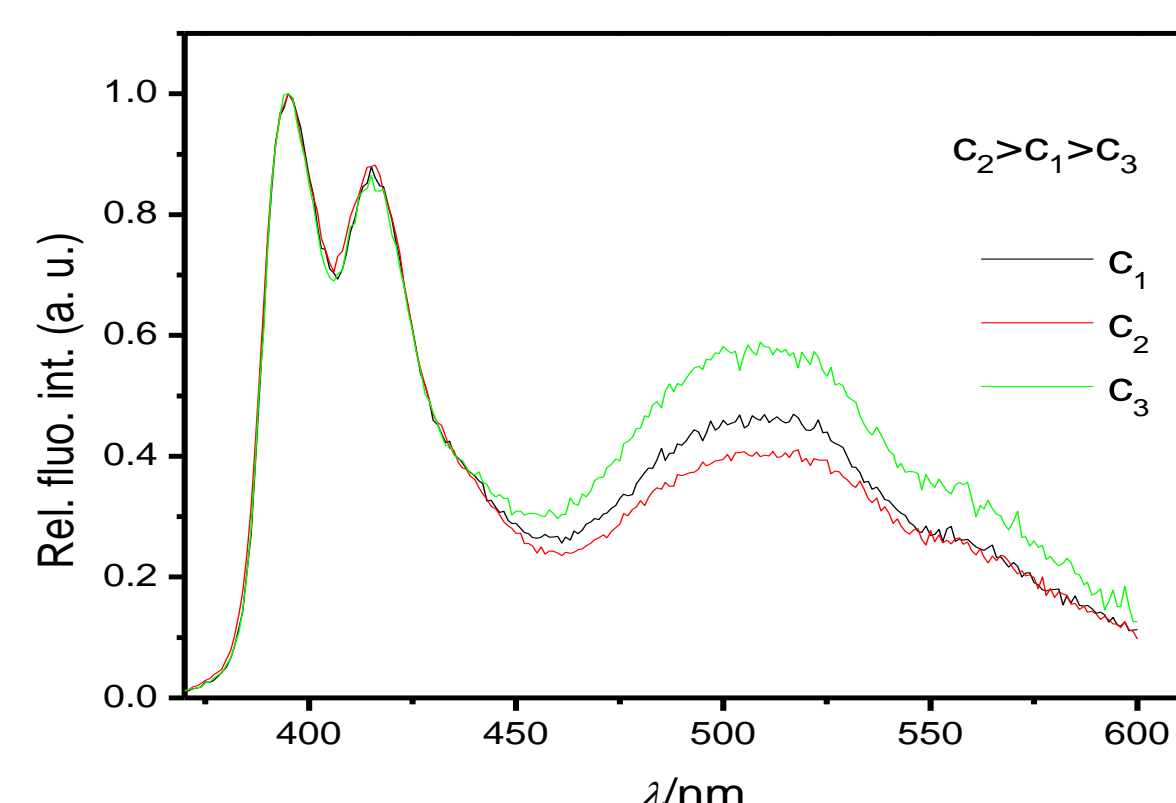
Uočavanjem različitih vremena života pobuđenih stanja možemo dobiti uvid o prisutnim konformerima kao i definirati prisutstvo eks cimera. Ujedno je korisna i u utvrđivanju dinamičkih procesa do kojih dolazi prilikom kompleksiranja i kinetici receptora. Moguće je ispitati i dolazi li do prijenosa energije ili fotoinduciranog prijenosa elektrona prilikom kompleksiranja s anionima.

### Do sada ...

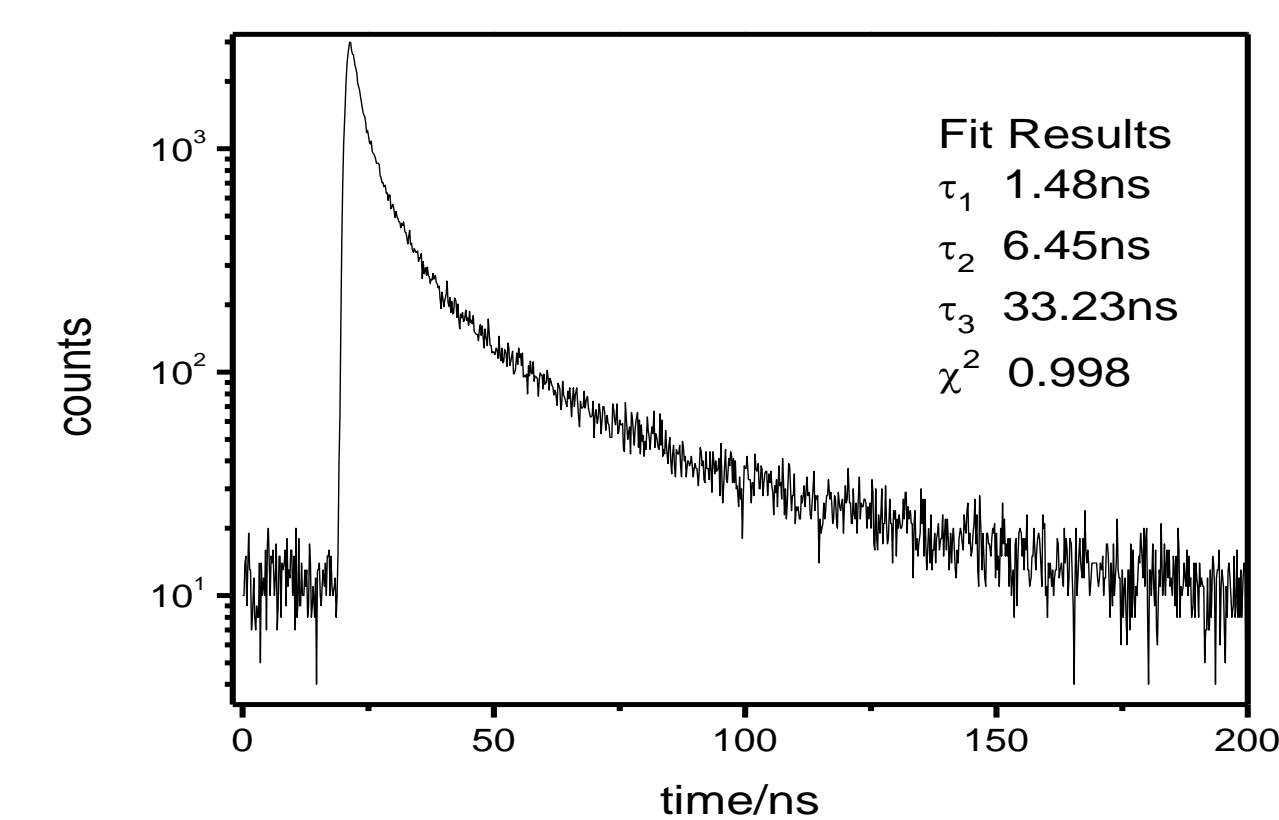
Ispitanim receptorima određena su vremena života pobuđenih stanja i u nekim slučajevima dokazano je prisutstvo agregata s različitim vremenima života pobuđenog stanja (**Slika 1 i 2**) i stacionarnim fluorescencijskim mjerenjima određene su konstante stabilnosti kompleksa s anionima (**Slika 3**) te utvrđeno postojanje prijenosa naboja u pobuđenom stanju (**Slika 4**).



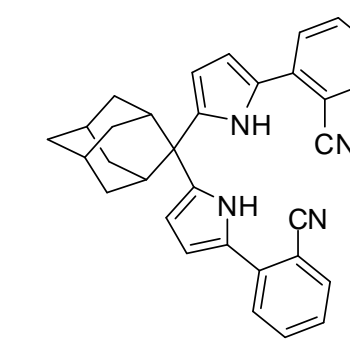
1



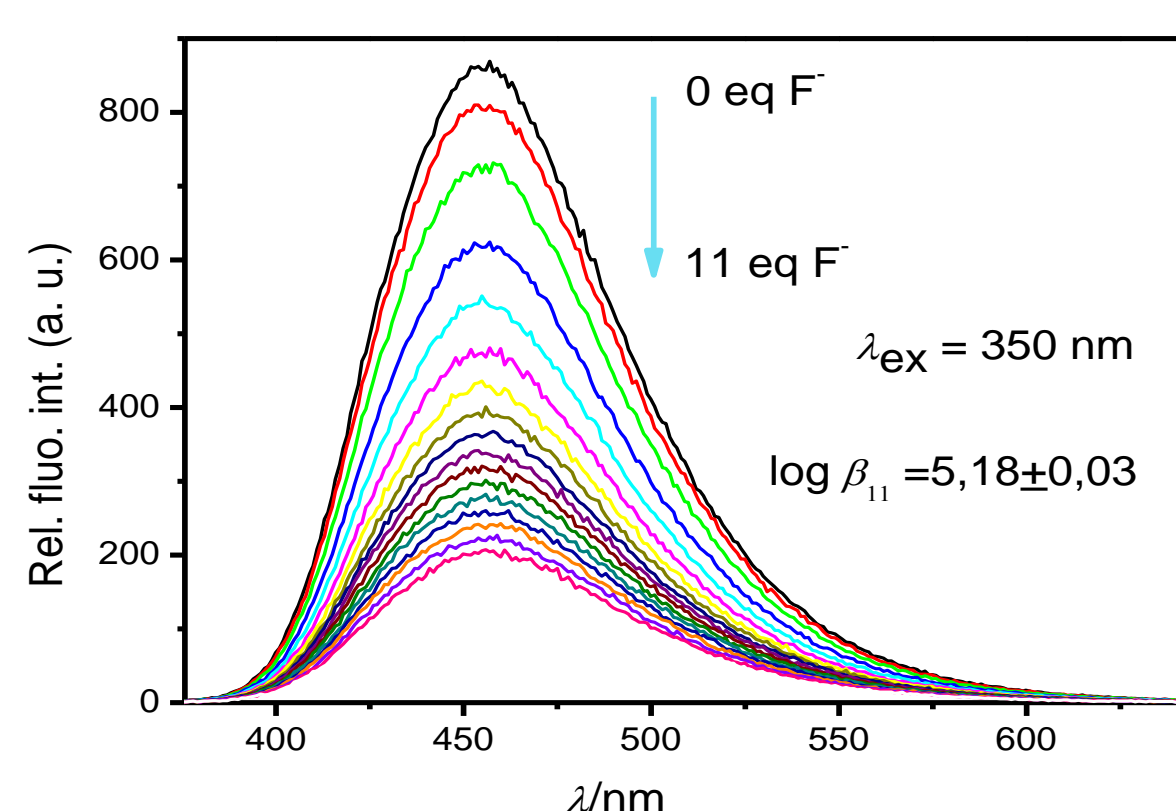
Slika 1. Emisijski spektar spoja 1 u CH<sub>3</sub>CN,  $\lambda_{ex}$ =345 nm



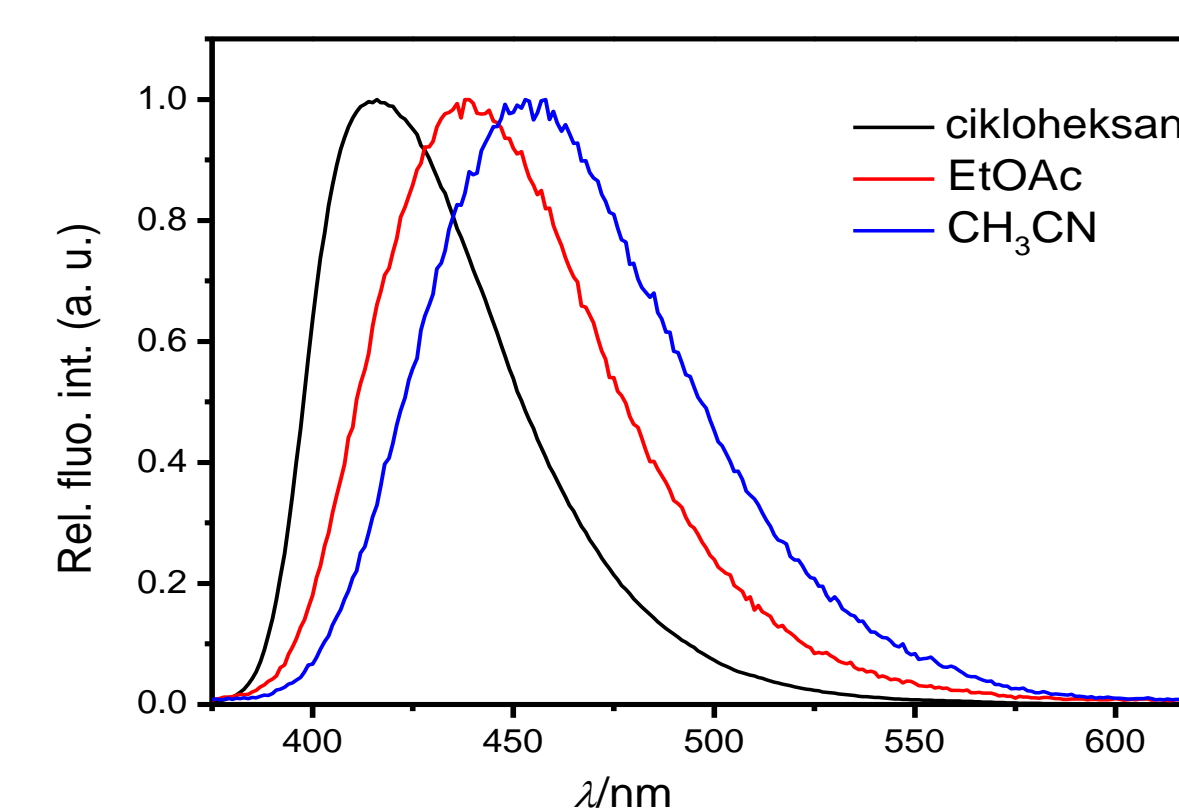
Slika 2. Krivulja opadanja intenziteta fluorescencije spoja 1 u CH<sub>3</sub>CN,  $\lambda_{ex}$ =365 nm



2



Slika 3. Fluorescencijska titracija spoja 2 ( $c = 4 \times 10^{-6}$  mol dm<sup>-3</sup>) s F<sup>-</sup> u CH<sub>3</sub>CN pri rt; spektri su korigirani za razrjeđenje.



Slika 4. Fluorescencijski spektri spoja 2 u različitim otapalima,  $\lambda_{ex} = 350$  nm.

### U budućnosti...

Bilo bi zanimljivo saznati više o dinamičkim procesima u pobuđenom stanju do kojih dolazi prilikom kompleksiranja.